



KATAMARAANIVENEEN SUUNNITTELU JA PIIRRUSTUSTEN PIIRTÄMINEN

Olli Hautamäki

Opinnäytetyö
Toukokuu 2011
Kone- ja tuotantotekniikka
Kone- ja laiteautomaatio
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Kone- ja laiteautomaatio

OLLI HAUTAMÄKI

Katamaraaniveneen suunnittelu ja piirustusten piirtäminen
Opinnäytetyö 555s., 35 liitettä
Toukokuu 2011

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli piirtää Seppo Kuistille piirustukset katamaraaniveneestä. Piirustusten perusteella on tarkoitus valmistaa ensin yksi katamaraanivene Kuistin omaan käyttöön ja myöhemmin, mikäli ostajia löytyy, tehdä veneitä ulkopuolisillekin.

Työn tekeminen aloitettiin syksyllä 2010 ja piirustukset saatiin valmiiksi maaliskuussa 2011. Veneen rakentaminen aloitetaan keväällä 2011. Vene päätettiin heti aluksi rakentaa alumiinista.

Tämä päättötyö sisältää veneen rungon suunnittelun. Tässä päättötyössä ei keskitytä veneen sisustukseen eikä veneen ohjaukseen liittyviin asioihin. Kappaleessa 7 on käsitelty veneeseen keksittyjä asioita, joita ei ainakaan tähän ensimmäiseen veneeseen tule heti.

Piirsin veneen Autodesk Inventor 2010 –ohjelmalla. Veneen piirtämisen aikana ilmestyi uudempi Inventor 2011. Piirsin kuitenkin veneen loppuun vanhemmalla ohjelmistolla, koska pelkäsinkin yhteensopivuusongelmia. Piirsin veneestä 3D-mallin, jonka jouduin osittain piirtämään uudestaan Inventorin ohutlevyvuolella, koska ohjelma ei suostunut levittämään tarvitsemiani levyjä. Piirsin jokaisesta osasta DWG-kuvan sekä leikkausradat laser-leikkuria varten DXF-tiedostomuodossa Lopuksi piirsin kokoonpanokuvat.

Avainsanat: Katamaraani, 3D-mallinnus, suunnittelu Inventor

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Mechanical and Production Engineering
Machinery and Equipment Automation

OLLI HAUTAMÄKI

The Planning and the Drawings of the Catamaran boat
The Final Project 555 pages, 35 appendices
May 2011

The purpose of this final project was to get the drawings of a catamaran boat to Mr Seppo Kuisti. The meaning is to build one boat for Mr Kuisti's own use at first on basis of these pictures. And later, if there will be buyers, to build these boats for other people, too.

I started this work in autumn 2010 and I got the drawings completed in March 2011. The building of this boat will start in spring 2011. We decided to build this boat from aluminium.

This final project includes the planning of the skeletal structure of the boat. Things like furnishing or steering the boat will not be included. Chapter 7 deals with things which will not be in the first boat, at least not immediately.

I drew the boat with help of Autodesk Inventor 2010 software. At the time I was drawing the boat the newer Inventor 2011 came out. However, I finished the boat by using the older version, because I was not sure if they were compatible. I drew the 3D-model of the boat which I had to partly re-draw on the sheet metal side of the Inventor. That's because the programme could not spread the disks I needed. I drew a DWG-picture from each part as well as the intersection lines for the laser cutter in DXF-file format. Finally I drew the composition pictures.

The Keywords: A catamaran, 3D-modelling, the planning Inventor

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	4
2 PIIRRUSTUSTEN PIIRTÄMINEN JA SUUNNITTELU	5
2.1 3D-mallinnusohjelman valinta	6
2.2 Ponttonin suunnittelu	6
2.3 Ponttonin suunnittelemisen toinen vaihtoehto	7
2.4 Laipiot	8
3 PONTTOONIN PIIRTÄMINEN	10
3.1 Ponttonin mallinnus	10
3.2 Ponttonin laipioiden työ kuvat	10
3.3 Ponttonin loven levyjen ja perän osien työ kuvat	11
3.4 Ponttonin kuorien uudelleen mallinnus ohutlevypuolella ja työ kuvien piirtäminen	11
4 VENEEN SUUNNITTELU JA PONTTOONIN YHDISTÄMINEN	13
4.1 Ponttonia yhdistävien putkien mitoitus	15
4.2 Palkin kestäminen	16
5 VENEEN VALMISTUSPROSESSI	17
5.1 Levy aihoiden laserleikkaus	17
5.2 Levyaahoiden särmäys	18
5.3 Särmätyjen levyjen yhteen sovituss	19
5.4 Ponttonin muut osat ja ponttonien yhdistäminen	20
6 VENEEN VALMISTUKSESSA KÄYTETYT MATERIAALIT	20
7 SEURAAVIIN VENEISIIN MAHDOLLISESTI TULEVIA MUUTOKSIA	23
7.1 Sähkömoottorit ponttonien perään	23
7.2 Sähkömoottorien etuja polttomoottoriin verrattuna	23
7.3 Sähkömoottoriveneen ohjaus	24
7.4 Aurinkopaneelit ja akkujen lataus	24
7.5 Pyörät veneen siirtoa varten ja aisa	24
8 YHTEENVETO	25
LÄHTEET	26
LIITTEET	27

1 JOHDANTO

Työn tavoitteena on suunnitella ja piirtää piirustukset katamaraanista. Katamaraani on vene, jossa on kaksi ponttonia, joiden avulla vene kelluu.

Piirsin veneestä piirustusten lisäksi myös työstöradat, joiden avulla voidaan laser-leikata sopivan kokoiset levyosat. Nimesin piirustukset P123 tai L123. P tarkoittaa piirustusta ja L tarkoittaa leikkausta. Numero tarkoittaa piirustuksen numeroa. L-kuvassa on siis leikattavan kappaleen työstöradat. Kuvasuhde kaikissa L-kuvissa on 1:1. P-kuvissa taas on työpiirustukset, joihin on laitettu tarpeelliset mitat. Kaikkia mittoja ei kuitenkaan ole, jotta piirustuksista ei tulisi liian sekavat tarpeettomien mittojen takia. Työkuvat ovat tämän opinnäytetyön lopussa liitteinä.

2 PIIRRUSTUSTEN PIIRTÄMINEN JA SUUNNITTELU

Sain työn teettäjältä Seppo Kuistilta pienoismallin eräästä katamaraaniveneestä. Tämän pienoismallin pohjalta aloitin veneen suunnittelun. (Pienoismalli on kuvassa 1)

Pienoismallin olisi pitänyt olla mittakaavassa 1:10 mutta se ei ollutkaan, koska muuten hytin korkeus olisi ollut vain 60cm. Ponttoni oli ilmeisestikin mittakaavassa, koska mitat olivat luonnollisessa koossa järkeviä. Vaikka minulla olikin pienoismalli toisesta katamaraaniveneestä, tarkoituksena ei ole kopioida siitä mittoja, vaan käyttää sitä apuna ja saada siitä vähän suuntaa mitoille. Ponttonin ulkomuodoissa pienoismallista oli paljon apua, mutta ponttonin perän kohdalla päätin vähentää yhden askelman rappusista, koska mielestäni yhden rapun askelpinta olisi jäänyt pienoismallin mukaisena liian lyhyeksi ja askelman korkeus olisi ollut turhan matala. Valmiissa piirustuksissa askeleiden korkeus ero on 80 millimetriä, mikä on vieläkin melko vähän.



Kuva 1 Katamaraanin pienoismalli

Pienoismalliveneen leveys leveimmästä kohdasta oli 285mm eli siis 2850mm luonnossa. Päätin suunnitella veneestä hieman kapeamman eli 255cm leveän, jotta venettä olisi mahdollista kuljettaa kärryllä/trailerilla maanteilla. Suomen maanteilla suurin sallittu kuljetuksen leveys on 260 senttimetriä. Mikäli leveys on enemmän, tarvitaan kuljetuksen edelle leveä kuljetus-kylttiä kantava auto ja tämä vaikeuttaisi veneen kuljettamista ja nostaisi kuljetuskustannuksia huomattavasti.

Suunnitteluvaiheessa katsoin netistä vastaavanlaisten veneiden kuvia, jotta saisin ideoita piirtämään veneeseen. Kuvia löytyi vaikka kuinka paljon, mutta kaikki olivat idealtaan samantapaisia

2.1 3D-mallinnusohjelman valinta

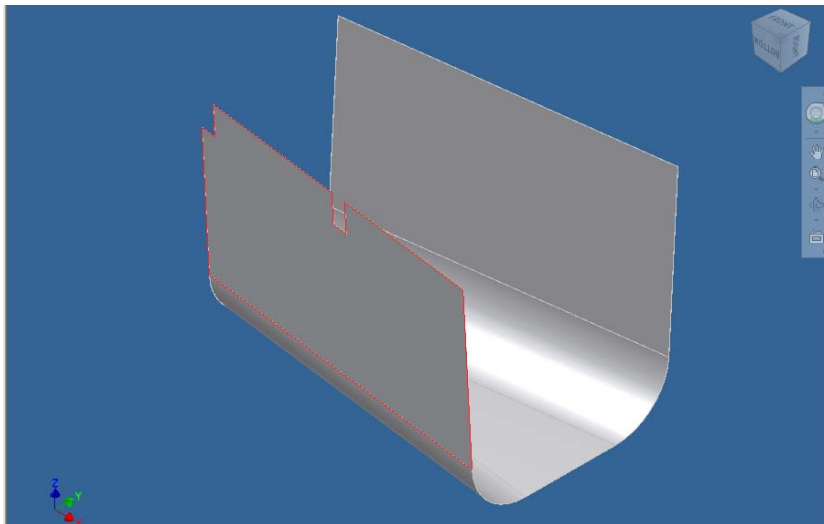
Päätin päättötyön ohjaajani Yrjö Viitasen neuvosta piirtää päättötyöni Inventor 2010 ohjelmalla. Kun aloitin piirtämisen oli Inventor minulle melko vieras ohjelma, koska en sitä ollut käyttänyt kuin muutaman kerran tietokoneavusteisen suunnittelun kurssilla, koska kyseinen kurssi oli lähes kokonaan käsin piirtämistä. Tästä kurssista oli aikaa jo noin kolme vuotta ja muutamassa tunnissa ei ihmeitä opi, joten jouduin aivan aluksi opettelemaan aivan alkeita inventor-ohjelman käytöstä. Onneksi Inventor-ohjelma on samankaltainen kuin Catia. Catian käytöstä oli ollut yksi kurssi, joten pääsin melko nopeasti jyvälle Inventor ohjelman perusasioista. Myös ohjaajani hyvät neuvot muutamissa kohdissa auttoivat pääsemään hyvin alkuun.

2.2 Ponttonin suunnittelu

Ponttonin suunnittelun aloitin mittaamalla pienoismalliveneen ponttonia. Ponttonin mittaaminen oli hieman hankalaa, koska mittaustulos vaihteli paljon riippuen kohdasta: mistä kohtaa ponttonin leveyttä mittasi. Käytin näitä mittaamiani mittoja apuna ponttonin suunnittelussa.

Kiinnitin ponttonin kylkeen maalarinteipin ja tein maalarinteippiin merkin joka kohtaan, johon tulisi hitsaussauma. Tämä helpotti mittausta. Mittasin jokaisen merkin kohdalta ponttonin leveyden ylä- ja alapinnasta ja pienensin mittaa 10,5% . Koska venettä oli kavennettava, ajattelin kaventaa myös ponttonia samassa suhteessa kuin kavensin muutakin venettä.

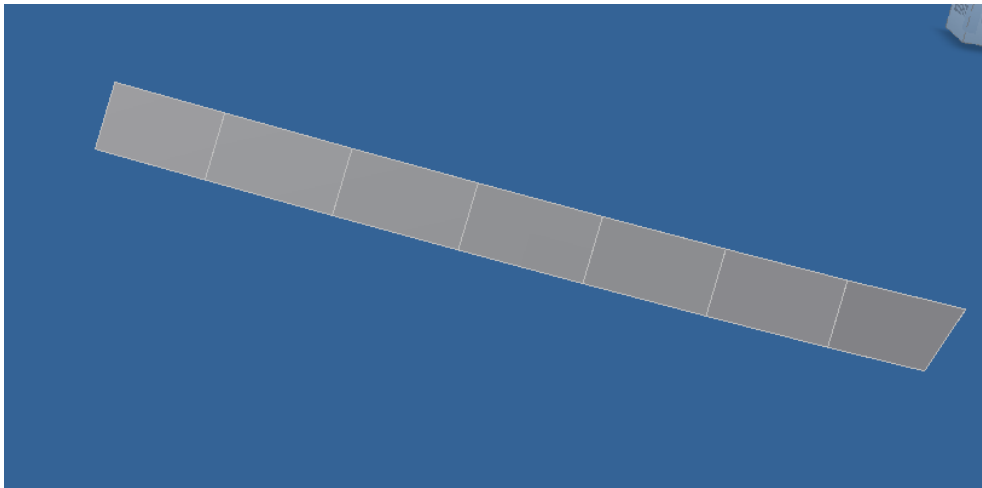
Ponttonin kylki oli kaareva ja tällaisen kaarevan muodon tekeminen olisi erittäin vaikeaa ja monimutkaista, joten oli yksinkertaistettava muotoa niin, että teen ponttonin 7 eri palassa niin, että kylkeen tulee 6 kulmaa ja muuten ponttonin kylki on suora. Kuvassa 2 on yksi osa ponttonista. Yksi osa on 857mm pitkä ja kun näitä osia on 7 peräkkäin, tulee veneen pituudeksi noin 6000mm.



Kuva 2 Piirustuksen P502 mukainen kappale 3D-kuvana

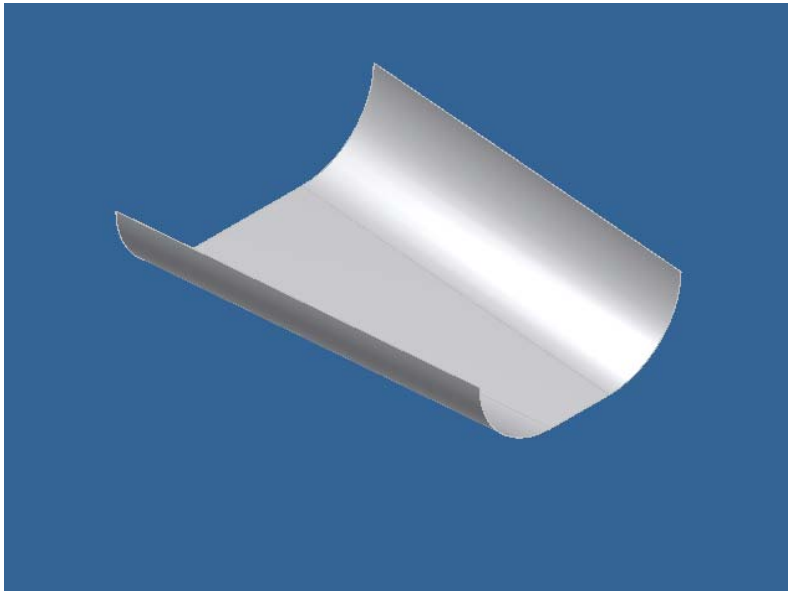
2.3 Ponttonin suunnittelemisen toinen vaihtoehto

Ponttonia suunnitellessani mietin myös toista vaihtoehtoa, että olisin tehnyt levyn, joka olisi ollut ponttonin pituinen (kuva3) ja tällöin olisi tullut hitsaussaumaa hieman enemmän ja olisi pystytty korvaamaan ponttonin kylkeen tulevat hitsaussaumot siistillä taitoksella. Tällöin ponttonin pohjasta olisi tullut kuvan 4 mukainen. Hylkäsin kumminkin tämän ajatuksen, koska hitsaustyö olisi kasvanut ja ponttonin muotoja olisi pitänyt vielä hieman yksinkertaistaa.



Kuva 3 Ponttonin kylki

Lisää ongelmia olisi todennäköisesti tullut kokoonpanovaiheessa, koska todennäköisesti osat eivät olisi sopineet täysin yhteen mittavirheiden takia.



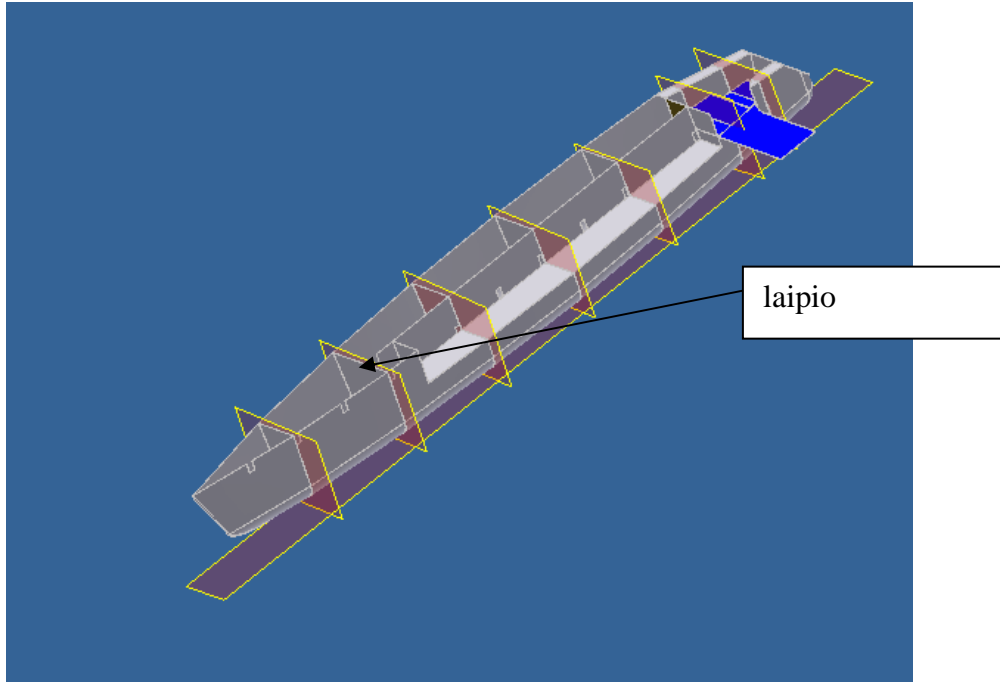
Kuva 4 Ponttonin pohja

2.4 Laipiot

Päätin työn tilaajan Seppo Kuistin neuvosta tehdä veneeseen laipiot, jotka estävät koko ponttonin täyttymisen vedellä mikäli ponttoni vuotaisi yhdestä kohdasta.(kuva5)

Laipioita tulee yhteensä 7, joista 6 ensimmäistä tulee ponttonin kuoripalojen saumakohtiin. Takimmainen laipio, joka on kuvassa 5 portaiden alla ja ei näy kuvassa kunnolla ,on siitä syystä että portaista saadaan näin tukevammat. Toinen syy

takimmaiselle laipiolle on se, että jos veneen perämoottori halutaan myöhemmin korvata esimerkiksi sähkömoottoreilla, on ponttonissa tällöin oma tila sähkömoottoreille ja tarvittaessa sähkömoottorit voivat olla niin tiiviitä, että niitä voidaan pitää vesikylvyssä ja näin hoitaa moottoreiden jäähdytys.



Kuva 5 Ponttoni

Laipiot jäykistävät ponttonia ja niihin hitsataan kiinni 80x40x4 alumiiniset suorakaideputket, jotka toimivat hytin lattian kantavina palkkeina. Laipiot hitsataan kiinni noin 5-6cm pituisilla saumanpätkillä ja väliä saumojen välille jätetään noin 5-6 senttimetriä. Lisäksi joka toinen hitsaussauma hitsataan toiselle puolelle laapiota. Hitsaussaumojen välit liimataan jotta vesi ei pääsisi siirtymään toisesta lapiosta toiseen.

3 PONTTOONIN PIIRTÄMINEN

Tässä kappaleessa käsitellään itse piirtämistä ja keskitytään ponttonin piirtämiseen.

Tässä kappaleessa myös kerrotaan ponttonin piirtämisessä olleista ongelmista ja niiden ratkaisuksista.

3.1 Ponttonin mallinnus

Mallinsin ensin ponttonin umpinaisena, jonka jälkeen Shell-toiminnolla tein ponttonista onton. Seuraavana oli vuorossa laipioiden mallinnus. Laipioiden mallinnusta varten tein tason, johon piirsin laipion ja sitten pursotin laipion. Sen jälkeen mallinsin veneen perän ja ponttonin loven, joka onnistuikin melko nopeasti. Pienoismallissa oli ponttonin perässä 3 porrasta. Päätin tehdä kuitenkin vain kaksi porrasta, koska muuten portaan askelmasta olisi tullut melko lyhyt ja askelmien korkeuserosta matala. Kahdella askelmallakin askelmien korkeuseroksi tuli vain 80 millimetriä.

Ponttoniin mallinsin loven, jotta hytin lattiaa saataisiin matalammaksi. Mietin pitkään, että miten lähelle vedenpintaa voin tehdä hytin lattian. Lattian pitäisi olla niin korkealla, että aallot eivät tuulellakaan osuisi katamaraanin pohjaan, mutta taas veneestä ei saisi tulla kovin korkeaa ettei tuuli ottaisi siihen. Mikäli hytin katto nousisi liian korkealle, myös ulkonäkö kärsisi. Päätin tehdä kompromissi ratkaisun ja jättää veneen pohjan ja ponttonin pohjan välille 30 senttimetriä tyhjää tilaa. Tällöin kovalla tuulella aallot osuisivat järvellä veneen pohjaan, mutta normaaleissa olosuhteissa aallot korkeintaan vähän hipoisivat veneen pohjaa.

3.2 Ponttonin laipioiden työkuvat

Laipioiden työkuvat tein niin, että ”piilotin” kaiken muun ponttonista paitsi laipiota, josta olin tekemässä työpiirustusta. Huomasin, että tässä oli tapahtunut ensimmäinen virhe, mutta onneksi huomasin sen heti. Laipioiden piti olla ponttonin sisämittojen mukaiset, mutta ne olivatkin ponttonin ulkomittojen mukaiset ja näin liian leveät ja

korkeat. Sain onneksi pienennettyä laipioita levynpaksuuden verran eli 3mm kaikista pinnoista paitsi ei yläpinnoista. Laipioita piirtäessäni huomasin myös toisen hankalamman ongelman: laipioiden alareunassa olevat 147 millimetrin pyöristykset eivät olleet tarkalleen 147 millimetriä. Mittavirheet olivat kumminkin niin pieniä, että päätin olla puuttumatta niihin, koska tiesin että joka tapauksessa levyt tulevat vääntyilemään hitsauksen aikana. Vääntymät tulisivat olemaan huomattavasti suurempia kuin piirustuksissa olevat pienet virheet.

3.3 Ponttonin loven levyjen ja perän osien työ kuvat

Ponttonin loven levyjen työ kuvien mallinnus onnistui hyvin ja ongelmia ei ollut, mutta perän osien kanssa oli ongelmia, jotka sain nopeasti ratkaistua ohjaajani neuvojen avulla.

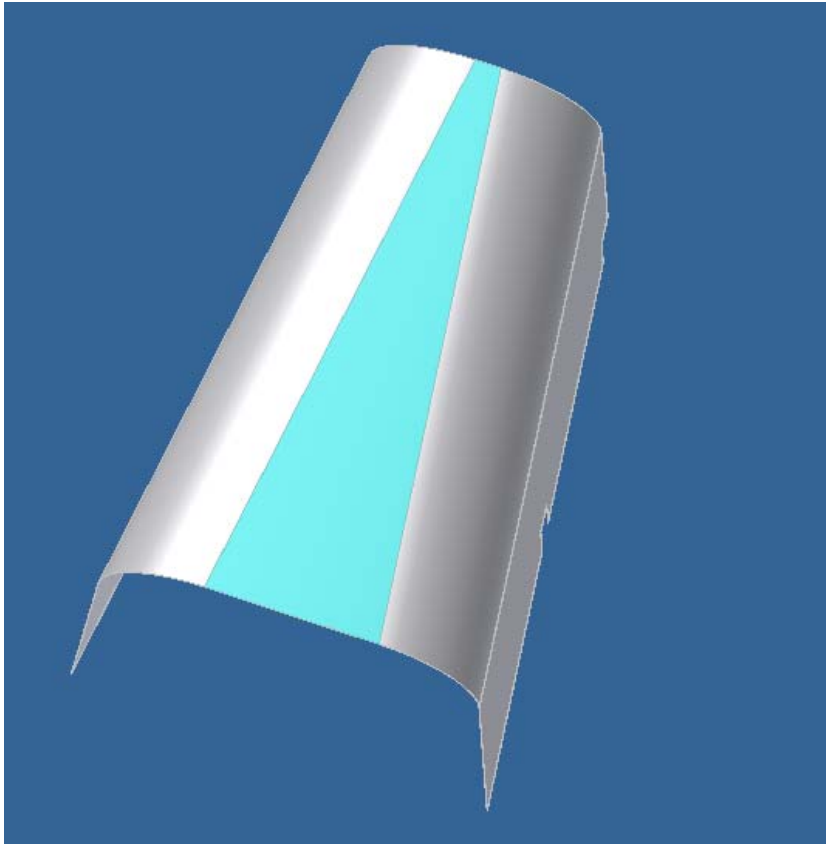
Perän osista ne, jotka olivat joko pysty- tai vaakatasossa sain helposti tehtyä työ kuvat. Mutta vinossa olevat osat tulivat väärillä mitoilla. Tämän sain korjattua helposti kääntämällä kuvan katselusuunnan suoraksi.

3.4 Ponttonin kuorien uudelleen mallinnus ohutlevypuolella ja työ kuvien piirtäminen

Ponttonien kuorien työ kuvien tekeminen ei niin helposti onnistunutkaan. Ajoin ensin tehdä samalla tavalla kuin aikaisemmissakin osissa paitsi että minun pitää levittää levyt. Inventor ei kuitenkaan suostunut levittämään levyjäni.

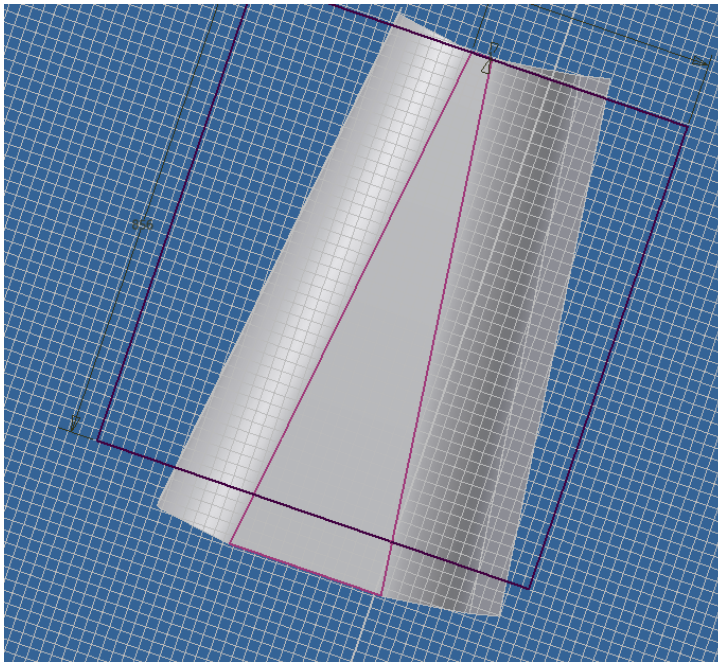
Syy sille, että levyjen levitys ei onnistunut selvisi myös. Ponttonin levyjen paksuus piti olla tasan 3 millimetriä joka kohdasta, mutta leveys ei ollut tasan 3 millimetriä vaan siinä oli muutamien tuhannesosa millimetrien heittoja. Levyjen levitys ei onnistu mikäli levyjen paksuus vaihtelee. Toinen ongelma oli myös se, että levyssä oleva taitos on kaareva ja tämäkin estää levyn leviämisen.

Jouduin kopioimaan ponttonin pohjan suoran osuuden ohutlevypuolelle. Pohja näkyy eri värisenä kuvassa 6. Ohutlevypuolella piirretyt ponttonin osat levisivät ongelmitta.



Kuva 6 P502 3D-malli Ponttonin kuorista

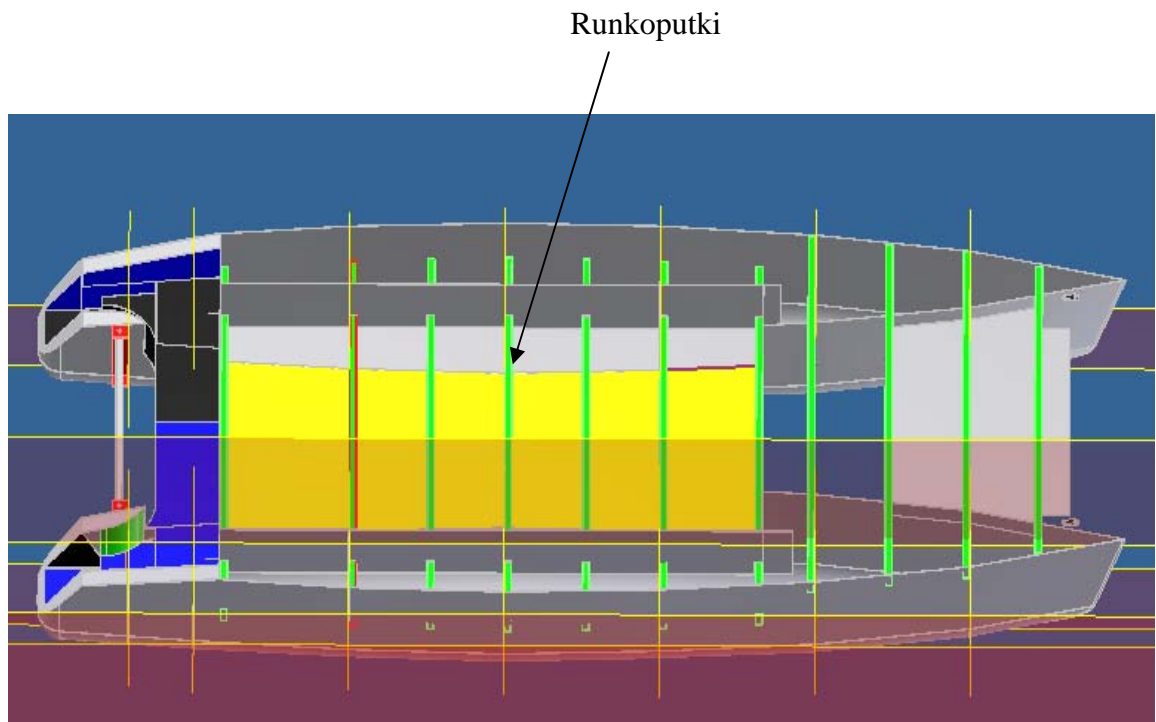
Tämän jälkeen pidentämään kuviota hieman. Mallinsin tämän jälkeen taivutukset ja määrittelin taivutuksen säteeksi 150 millimetriä. Tein ponttonin kyljistä reilusti liian korkeat. Seuraavaksi tein uuden sketsin ponttonin pohjaan ja piirsin neliön, jonka mitoitin 856 millimetriä pitkäksi. Yhden levyn pituus pitäisi olla 857 millimetriä, mutta vähensin siitä millimetrin, koska hitsattaessa levyjen väliin pitää jättää pieni ilmarako. Neliö on etuosasta pohjan etuosan kanssa samalla viivalla. Pursotin neliön tämän jälkeen 600 millimetriä korkeaksi niin, että kaikki mikä ei mahdu neliön sisään häviää. Näin sain ponttonista oikean kokoisen. Seuraavaksi muotoilin vielä levyyn tulevat lovet ja muut muodot ja levitin kuvan.



Kuva 7 P502 3D-malli ja sketsi

4 VENEEN SUUNNITTELU JA PONTTOONIEEN YHDISTÄMINEN

Veneen suunnittelun aloitin laskemalla miten vahvat runkoputket tarvitsisin ponttonien välille. (kuva 8). Ajattelin aluksi, että olisi parempi valita teräksiset putket, koska silloin voisin valita putken, joka on matalampi ja saisin silloin veneen hytin lattiaa vähän alemmaksi. Tällöin tulisi ongelmaksi teräsputkien liittäminen laipioihin, koska alumiinia ja terästä ei pysty hitsaamaan. Päätin, että runkoputkien on oltava alumiiniset. Alumiinilaatuja on useita. On olemassa konepaja-alumiinia, joka on lujempaa kuin merialumiini, mutta erot ovat niin pienet, että päätin valita merialumiinin. Alumiinilaaduista on lisää kappaleessa 6.



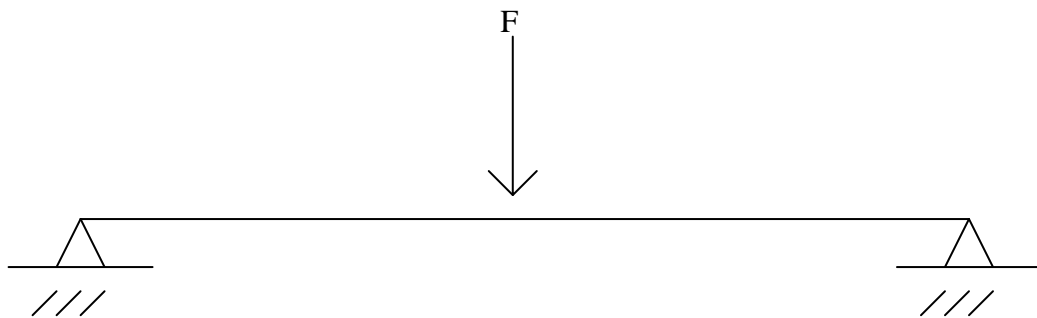
Kuva 8. Vene

Tätä päättötyötä kirjoitettaessa on vielä vähän auki ,että tuleeko veneen kansi ja ponttonien sivujen kannet alumiinisesta nystyrälevystä vaiko filmivanerista. Mutta joka tapauksessa levyn muoto on sama.

Veneen pohjaan tulee 3 millimetrin alumiinilevy, jonka ansiosta aallot kulkevat jouhevasti veneen pohjan ohitse. Ilman tätä levyä aallot osuisivat kantaviin palkkeihin ja hidastaisivat venettä.

4.1 Ponttonia yhdistävien putkien mitoitus

Aluksi arvioin veneen yhdelle palkille tulevan kuormituksen. Arvioin yhdelle palkille tulevan painon 400 kg. Arvioni menee hieman yläkanttiin, mutta haluan, että vene varmasti kestää isommankin kuorman. Kun kuorma on keskellä palkkia, silloin rasitus on kovimmillaan. Arvioin aluksi ,että alumiininen 80*40*4 suorakaideputki olisi riittävän vahva putki.



Voima F saadaan kun arvioitu paino kerrotaan maanvetovoiman kiihtyvyydellä

$$F = m \cdot g = 400\text{kg} \cdot 9,81\text{m/s}^2 = 3924\text{N}$$

F = voima, joka vaikuttaa palkkiin

m = kuormituksen massa

g = maanvetovoiman kiihtyvyys

Keskikohtaan vaikuttava momentti saadaan kertomalla voima F ja voiman F vaikutuspisteen ja tukipisteen välinen matka. Kun matka ilmoitetaan metreinä, saadaan lopputulokseksi newtonmetriä.

$$M_t = F \cdot l = 3924\text{N} \cdot 0,825\text{m} = 3237,3\text{Nm}$$

M_t =Momentti

l = tukipisteen ja voimanvaikutuspisteen välinen etäisyys

Seuraavaksi laskin voiman aiheuttaman jännityksen

$$\sigma = \frac{M_t}{w_z} = \frac{M_t}{\left(\frac{b \cdot h^2}{6}\right)} = \frac{3237,3 \cdot 1000 \text{ Nmm}}{\left(\frac{40 \text{ mm} \cdot 80 \text{ mm}^2}{6}\right)} = 75,87 \text{ MPa} \approx 76 \text{ MPa}$$

σ = jännitys

w_z = Vastusmomentti

b = Palkin leveys

h = Palkin korkeus

4.2 Palkin kestäminen

Kun palkin päällä on 400kg kuorma, palkin keskikohdalla palkkiin kohdistuva jännitys on 76 MPa. Alumecon taulukon mukaan veneessä käytettävän merialumiinilaadun myötölujuus on 125MPa.

Varmuusluku saadaan seuraavalla kaavalla:

$$n = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{\text{toteutuva}}} = \frac{125 \text{ MPa}}{76 \text{ MPa}} = 1,64$$

Yleensä varmuuslukuna käytetään 1,5 eli valittu palkki on riittävän vahva, koska varmuusluvuksi sain 1,64. Todellisuudessa varmuusluku on vielä isompi, koska hytin pohjalevy jakaa kuormituksen aina useammalle palkille ja myös veneen pohjaan tuleva levy jäykistää rakennetta edelleen. Eli voin todeta, että kyseinen palkki kestää tarvittavat rasitukset.

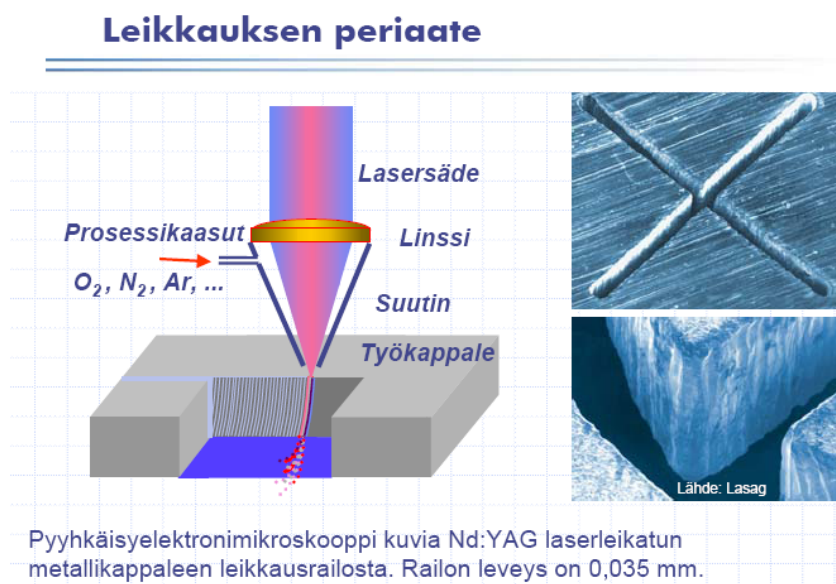
5 VENEEN VALMISTUSPROSESSI

Veneen kokoaminen tehdään Lehtimäellä sijaitsevassa hallissa. Levyjen laser-leikkaus ja levyjen särmäys tehdään lähistöllä olevissa yrityksissä.

5.1 Levy aihoiden laserleikkaus

Levy aihoiden leikkaus tapahtuu laser leikkauksena. CNC-ohjatulle laserleikkurille annetaan työstöradat, jotka löytyvät L –piirustuksista. Työstöratojen on oltava kuvasuhteessa 1:1, koska muuten saattaa käydä niin, että levy tulee väärillä mitoilla. Leikkausrata kuvat ovat DXF –tiedostomuodossa, joka on laserleikkurin ymmärtämä tiedostomuoto.

Kuvassa 8 on esitetty lasersäde, joka kulkee linssin kautta ja näin leikkaa metallia. Prosessi kaasut puhaltavat sulaneen metallin pois.



Kuva 9. Laser leikkauksen periaate (ESR –lasertyöstön oppimisympäristö –projekti 2000, 2003)

Laserleikkaus on paras menetelmä näiden alumiinilevyjen leikkaukseen, koska sillä saadaan tarkat muodot. Koska levy ei lämpene juuri yhtään leikkauksen aikana ja ei tästä syystä liiku niin kuin esimerkiksi polttoleikkauksessa. Leikkausjälki on niin hyvä, että ei se ei vaadi minkäänlaista viimeistelyä/hiontaa. Osien tarkkuus on noin 0,05 millimetriä eli tarkkuus riittää tähän erittäin hyvin. Tämän veneen kohdalla tärkeimpänä laserleikkauksen etuna on se, että lähistöllä on yritys, jolla on laserleikkaukone. (ESR –lasertyöstön oppimisympäristö –projekti 2000, 2003)

5.2 Levyaihioiden särmäys

Ponttonin kuorien kaarien tekeminen on särmäyspuristimella mahdotonta ,mutta kun särmäyspuristimella tehdään pieniä taitoksia noin senttimetrin välein, saadaan melko tarkasti haluttu kaari.



Kuva 10 Kuva särmäyspuristimesta <http://www.helsinginlevytyo.fi/konekanta.html>

1 Takavaste

2 Yläterä

3 Alaterä

Kuvan särmäyspuristin ei ole se jolla levyt särmätään, vaan kuva on viitteellinen. Särmäyspuristimeen syötetään levyn vahvuus ja haluttu kulma sekä paikka takavasteelle. Kun levy työnnetään terien väliin ja takavastetta vasten ja painetaan poljinta, kone tekee oikeanlaisen taitoksen mikäli sille on annettu oikeat arvot. Levyn särmäämisessä on otettava huomioon se, että kun levyä taivutetaan tiettyyn kulmaan ja kun puristus loppuu levy palautuu hieman. Levyä on siis taitettava hieman enemmän mitä pitäisi ja se paljonko enemmän selviää kokeilemalla. Särmäyspuristimen muistiin voidaan myös tehdä useita taitoksia jolloin konetta voidaan käyttää sarjatuotannossa. (Lepola ja Makkonen 2003, 388-399.)

5.3 Särmatyjen levyjen yhteen sovitus

Seuraavana työvaiheena on ponttonin kokoaminen. Ensimmäisenä on heftattava ponttonien kuorilevyt kiinni toisiinsa alapäästä, koska alapäästään ne sopivat toisiinsa mutta yläpäästä eivät välttämättä täysin sovi.

Kun ponttonin kuoret ovat yhteen kasattuja ja oikeassa asennossa ja riittävän lujasti heftattuina kiinni sovitetaan levyjen yläreunat kohdillensa. Tämä tapahtuu helpoiten puristimen avulla. Tässä työvaiheessa saattaa olla tarpeen käyttää vähän väkivaltaa levyjen sovittamiseen.

Kun ponttoni on kuvan mukainen ja näyttää hyvältä muutenkin aloitetaan hitsaus. Koska kyseessä on alumiinihitsausärkevin hitsaus menetelmä on MIG alumiinihitsaus. Hitsauksessa on otettava huomioon lämpövääntyily eli siis ei voida hitsata kokonaista pitkää saumaa kerralla vaan on hitsattava pätkä ja sen jälkeen siirryttävä toiselle puolelle ponttonia. Sauman jäähtyttyä voidaan palata jatkamaan saumaa. Myös alumiinin pintaan muodostuva oksidipinta on hiottava pois ennen hitsausta, jotta hitsaussaumasta tulee hyvä. (Blom 1975, 127-134.)

5.4 Ponttonin muut osat ja ponttonien yhdistäminen

Ponttoniin hitsataan seuraavana muut osat, joita ovat perän rappusien osat sekä ponttonien välille kiinnitetään 80*40*4 suorakaideputki, jotka toimivat kantavina rakenteina.

6 VENEEN VALMISTUKSESSA KÄYTETYT MATERIAALIT

Vene valmistetaan 5000-sarjan merialumiinista. Merialumiinia käytetään paljon veneiden materiaalina sen hyvän korroosion kestävyysden takia. Alumiinin hyväkorroosion kestävyysden syynä on pintaan muodostuva oksidikerros. Ruukilta löytyy sopivina levyinä merialumiinia EN AW 5083. Valitsin tämän edellä mainitun alumiinilaadun veneen valmistusmateriaaliksi Kuvassa 11 on esitetty merialumiini laatuja koostumukset.

Taulukko 5 Alumiiniseokset – 5000-sarja – Al Mg
Table 5 Aluminum alloys – 5 000 series – Al Mg

Nimike Alloy designation	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	Ga	V	Huomautukset Remarks	Muut ^a Others ^a		Alumiini Aluminium min.
													Kukin Each	Yhteensä Total ^b	
EN AW-5005	0,30	0,7	0,20	0,20	0,50...1,1	0,10	–	0,25	–	–	–	–	0,05	0,15	Loput Remainder
EN AW-5005 A	0,30	0,45	0,05	0,15	0,7...1,1	0,10	–	0,20	–	–	–	–	0,05	0,15	Loput Remainder
EN AW-5006	0,40	0,80	0,10	0,40...0,8	0,8...1,3	0,10	–	0,25	0,10	–	–	–	0,05	0,15	Loput Remainder
EN AW-5010	0,40	0,7	0,25	0,10...0,30	0,20...0,6	0,15	–	0,30	0,10	–	–	–	0,05	0,15	Loput Remainder
EN AW-5018	0,25	0,40	0,05	0,20...0,6	2,6...3,6	0,30	–	0,20	0,15	–	–	0,20...0,6 Mn + Cr ^c	0,05	0,15	Loput Remainder
EN AW-5019	0,40	0,50	0,10	0,10...0,6	4,5...5,6	0,20	–	0,20	0,20	–	–	0,10...0,6 Mn + Cr	0,05	0,15	Loput Remainder
EN AW-5026	0,55...1,4	0,20...1,0	0,10...0,8	0,6...1,8	3,9...4,9	0,30	–	1,0	0,20	–	–	0,30Zr	0,05	0,15	Loput Remainder
EN AW-5040	0,30	0,7	0,25	0,9...1,4	1,0...1,5	0,10...0,30	–	0,25	–	–	–	–	0,05	0,15	Loput Remainder
EN AW-5042	0,20	0,35	0,15	0,20...0,50	3,0...4,0	0,10	–	0,25	0,10	–	–	–	0,05	0,15	Loput Remainder
EN AW-5049	0,40	0,50	0,10	0,50...1,1	1,6...2,5	0,30	–	0,20	0,10	–	–	–	0,05	0,15	Loput Remainder
EN AW-5050	0,40	0,7	0,20	0,10	1,1...1,8	0,10	–	0,25	–	–	–	–	0,05	0,15	Loput Remainder
EN AW-5050 A	0,40	0,7	0,20	0,30	1,1...1,8	0,10	–	0,25	–	–	–	–	0,05	0,15	Loput Remainder
EN AW-5051 A	0,30	0,45	0,05	0,25	1,4...2,1	0,30	–	0,20	0,10	–	–	–	0,05	0,15	Loput Remainder

jatkuu...
continued...

Kuva 11 Standardin EN 573-3 mukainen taulukko Eri alumiini laatujen koostumuksesta

Veneen moottorin kiinnityspalkki tulee ruostumattomasta teräksestä. Ruostumattoman teräksen valitsin siksi, että se on lujempaa ja se ei ruostu. Muuten koko vene tulee alumiinista. Koko vene on järkevintä tehdä alumiinista. Esimerkiksi veneen laipiot voisi muuten tehdä esimerkiksi S355 teräksestä, mutta tällöin tulisi ongelmaksi hitsaus. Alumiinia ja terästä ei voida hitsata, joten olisi juotettava hitsauksen sijaan. Juottaminen olisi hidasta ja kalliimpaa, joten järkevänpää on tehdä kaikki alumiinista. Alumiinia pidetään kalliina materiaalina, mutta todellisuudessa se ei ole niin kallista. Koska metallit hinnoitellaan yleensä kiloina eli alumiinilevy on noin 3 kertaa isompi kuin saman painoinen ja paksuinen teräslevy. Mikäli vene valmistettaisiin teräksestä, tulisi ruostuminen ongelmaksi ja myös veneen paino moninkertaistuisi. Ruostumattoman teräksen käyttö olisi myös mahdollista, mutta silloin raaka-ainekustannukset kasvaisivat liikaa ja myös painoa veneelle tulisi liikaa. Ylimääräinen paino lisää myös polttoainekustannuksia, koska painavampi vene ui syvemmassä ja näin veden vastus on suurempi.

7 SEURAAVIIN VENEISIIN MAHDOLLISESTI TULEVIA MUUTOKSIA

Tässä kappaleessa käsitellään ideoita, joita minulle ja muille tuli veneen suunnittelun yhteydessä. Nämä ideat jäivät idea-asteelle ainakin toistaiseksi. Mikäli veneitä tehdään tulevaisuudessa useampia ulkopuolisille, näitä ideoita voidaan sitten kehittää.

7.1 Sähkömoottorit ponttonien perään

Veneen suunnittelussa otin huomioon, että ponttonien perään voidaan laittaa sähkömoottorit pyörittämään potkureita. Ponttonin perässä on pieni tila, johon moottori sopii. Tämä tila voidaan tarvittaessa täyttää vedellä, jolloin moottorien jäähdytys on helposti hoidettu, kunhan vesi vain pääsee kiertämään. Tosin tässä tapauksessa moottorin pitää olla vesitiivis ja se tarkoittaa, että hinta nousee.

7.2 Sähkömoottorien etuja polttomoottoriin verrattuna

Maaliskuussa 2011 polttoaineiden hinnat ovat nousseet. Bensiini 98E5 maksaa polttoaine.net -sivuston mukaan keskimäärin noin 1,6 euroa litra. Esimerkiksi, kun veneellä vedetään uistinta 20 litraa bensiiniä ei välttämättä riitä koko päiväksi. Eli ajosta tulee melko kallista. Mikäli taas käytetään sähkömoottoreita, sähköön kuluva raha on erittäin vähän verrattuna polttomoottoriin bensiiniin.

Sähköautojen yleistymistä Suomessa estää kylmä talvi, jolloin akkujen virranluovutuskyvyn kanssa on ongelmia. Myös verotus ja sisätilojen lämmitys hankaloittavat sähköautojen yleistymistä Suomessa. Veneessä näitä ongelmia ei ole, koska venettä ei talvisin käytetä. Veneille ei myöskään ole minkäänlaisia käyttövoimaveroja. Näistä syistä sähkövene olisi taloudellinen ja ympäristöystävällinen.

7.3 Sähkömoottoriveneen ohjaus

Sähkömoottoreiden pyörimisnopeutta olisi mahdollista ohjata taajuusmuuttajalla.

Veneen ohjaus voisi toimia niin, että toista moottoria ajettaisiin nopeammin kuin toista ja näin vene kääntyisi. Ahtaissa paikoissa voisi jopa pyörittää toista moottoria eri suuntaan, jolloin kääntymissäde saataisiin pieneksi.

7.4 Aurinkopaneelit ja akkujen lataus

Veneen hytin katolle olisi helppo kiinnittää aurinkopaneeli, jolla voitaisiin ladata akkuja. Tosin sadekelillä aurinkopaneeli ei toimi, mutta se ei ole niin suuri ongelma, koska sateella harvemmin veneillään.

Aurinkopaneelin hinta tosin on mielestäni vielä liian korkea tähän Eurosolar myy aurinkopaneeleita: 210w aurinkopaneeli maksaa 750 euroa (maaliskuu 2010) .

Mielestäni aurinkopaneeli ei maksa itseään takaisin riittävän nopeasti, että se kannattaisi, koska sähkö on ainakin vielä tällä hetkellä melko halpaa.

Pitäisin järkevimpänä latausvaihtoehtona sitä, että veneen akku ladattaisiin normaalista pistorasiasta. Mikäli venettä myöhemmin valmistetaan asiakkaalle, jää asiakkaan päätettäväksi tuleeko veneeseen sähkö- vai polttomoottori. Mikäli asiakas valitsee sähkömoottorin, jää asiakkaan päätettäväksi tuleeko veneeseen aurinkopaneeli vai eikö.

7.5 Pyörät veneen siirtoa varten ja aisa

Venettä on joskus myös liikutettava tiellä lyhyitä matkoja. Suunnittelin yhdessä vaiheessa, että jos veneen peräosaan saisi helposti kiinnitettyä kaksi auton rengasta ja keulaan saisi kiinnitettyä aisan, jonka voisi kiinnittää auton tai traktorin vetokoukkuun. Tällöin venettä olisi helppo siirrellä lyhyitä matkoja. Maantiellä tämän viritelmän vetäminen olisi laillista, jos vene luokitellaan työkoneeksi.

8 YHTEENVETO

Veneen piirtäminen onnistui suunnitelmien mukaan. Piirtäminen oli hankalampaa ja työläämpää mitä alun perin odotin. Veneen rakennusvaiheessa saattaa tulla ongelmia osien yhteensopivuuden kanssa. Liittäessäni osia toisiinsa Inventorilla veneen osat eivät vääntyilleet mihinkään. Kun venettä todellisuudessa hitsataan kasaan, vene tulee vääntyilemään jonkin verran ainakin. Alumiinilla on suurempi lämpölaajenemiskerroin kuin teräksellä, joten hitsauksessa syntyvästä lämmöstä johtuva vääntyily tulee olemaan vielä suurempaa.

Piirustusten mahdollisista virheistä ei voida vielä sanoa mitään tässä vaiheessa, koska veneen rakentamista ei ole vielä aloitettu. Mikäli jostain piirustuksesta puuttuu mitta, se saadaan helposti tarkistettua 3D-mallista.

Veneen piirtäminen ja suunnittelu oli mielenkiintoinen päättötyö. Piirtämisen ohessa myös Inventor tuli erittäin hyvin tutuksi. Kaikkia Inventorin ominaisuuksia en tässä työssä tarvinnut eli minulla on vielä lisää opittavaa Inventorista.

Tähän päättötyön kirjalliseen osuuteen olisi ollut hyvä saada kuvia veneen valmistuksesta ja valmistuksen etenemisestä, mutta ne oli jätettävä pois, koska muuten työn valmistuminen ja samalla oma valmistumiseni olisi siirtynyt. Veneen valmistamisen mahdollisista ongelmista olisi myös ollut hyvä muutama kappale kirjoittaa, mutta niistäkään ei vielä tässä vaiheessa ole tietoa, joten ne oli jätettävä pois.

LÄHTEET

Alumeco. Ohutlevyt ja –nauhat. Luettu 5.3.2011.

http://www.alumeco.dk/Tuotteet/Ohutlevyt_ja_-nauhat.aspx

Blom, S. 1975. Hitsaustekniikka 2. Rakenne- ja aineoppi. Porvoo: WSOY.

ESR- lasertyöstön oppimisympäristö projekti 2000 – 2003. Luettu 1.3.2011

http://www.laserco.fi/lasertiedostot/Laserleikkaus_perusteet.pdf

Eurosolar. Hinnasto aurinkopaneelit. Luettu 23.3.2011

<http://www.eurosolar.fi/hinnasto/?kategoria=16>

Lepola, P. & Makkonen, M. 2003. Hitsaus ja teräsrakenteet. WSOY Konetekniikka.1.-4. painos

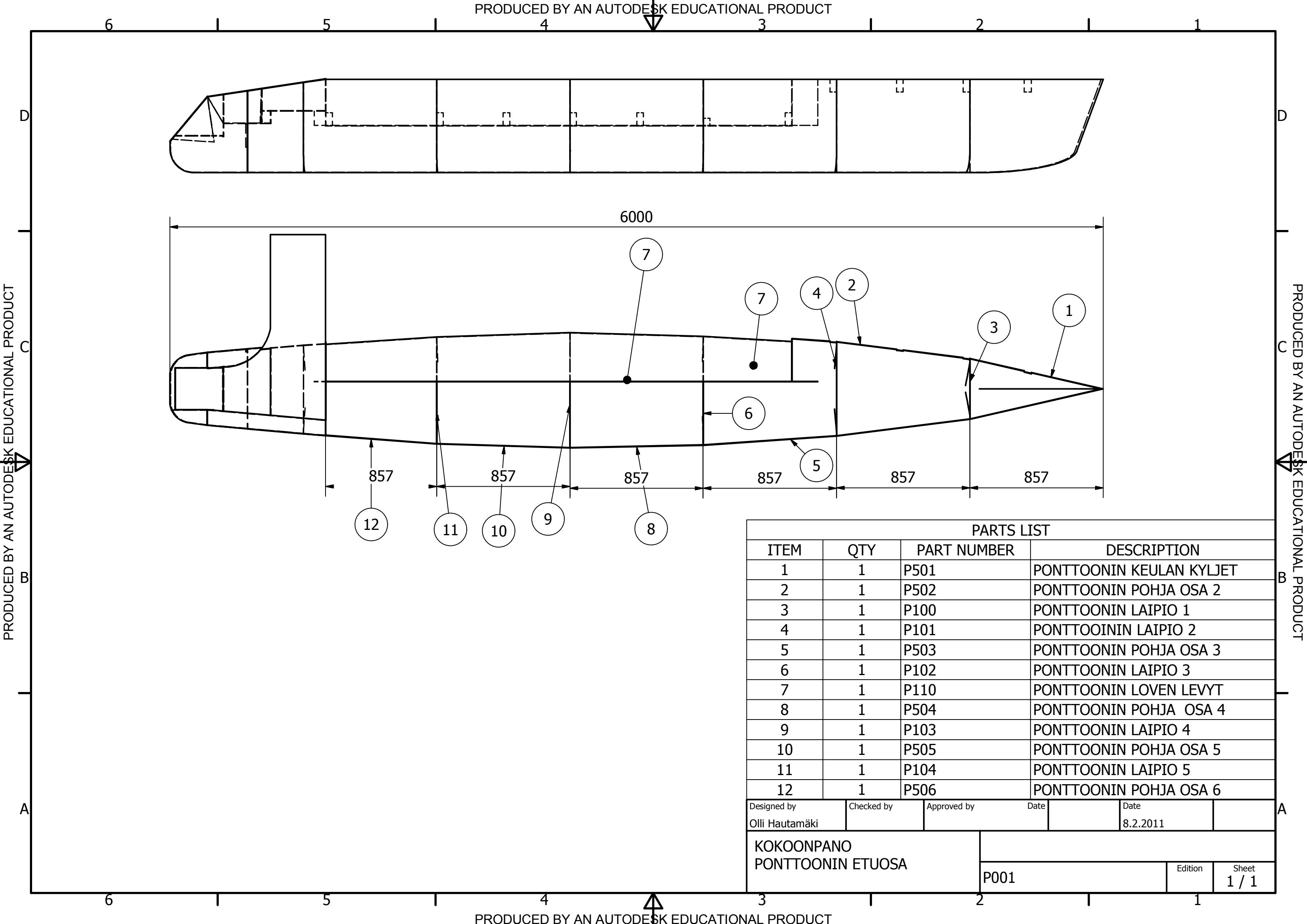
Polttoaine.net. Lainattu 23.3.2011. <http://www.polttoaine.net/>

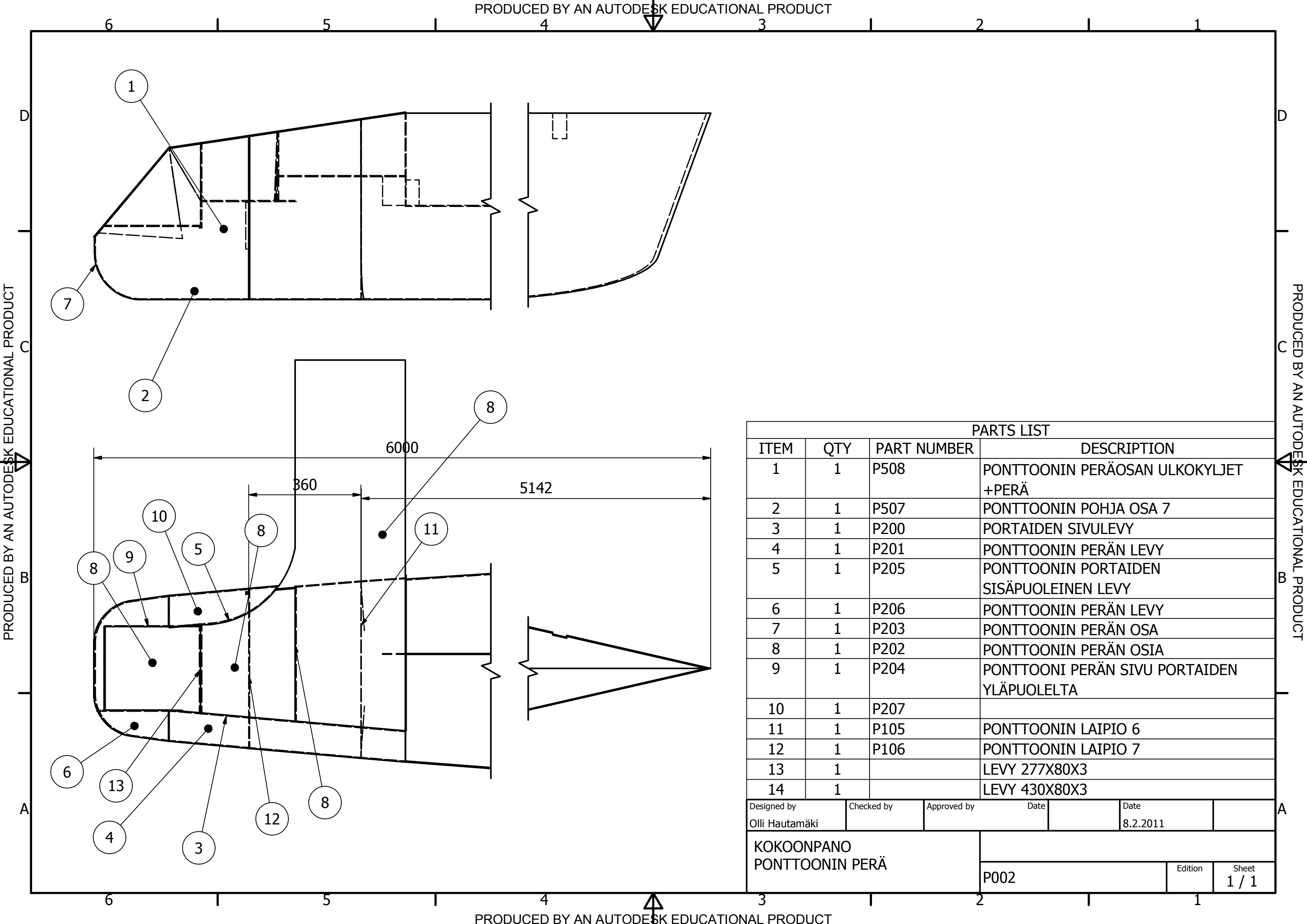
Ruukki Oyj. Vertailutaulukot alumiineille. Luettu 15.2.2011

<http://www.ruukki.fi/Tuotteet-ja-ratkaisut/Ruostumatonta-terasta-ja-alumiinituotteita/Vertailutaulukot-alumiineille>

LIITTEET

Viisi kokoonpano piirustusta





PARTS LIST						
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION			
1	1	P508	PONTTOONIN PERÄOSAN ULKOKYLJET +PERÄ			
2	1	P507	PONTTOONIN POHJA OSA 7			
3	1	P200	PORTAIDEN SIVULEVY			
4	1	P201	PONTTOONIN PERÄN LEVY			
5	1	P205	PONTTOONIN PORTAIDEN SISÄPUOLEINEN LEVY			
6	1	P206	PONTTOONIN PERÄN LEVY			
7	1	P203	PONTTOONIN PERÄN OSA			
8	1	P202	PONTTOONIN PERÄN OSIA			
9	1	P204	PONTTOONI PERÄN SIVU PORTAIDEN YLÄPUOLELTA			
10	1	P207				
11	1	P105	PONTTOONIN LAIPPIO 6			
12	1	P106	PONTTOONIN LAIPPIO 7			
13	1		LEVY 277X80X3			
14	1		LEVY 430X80X3			
Designed by		Checked by	Approved by	Date	Date	
Olli Hautamäki					8.2.2011	
KOKOONPANO PONTTOONIN PERÄ						
			P002		Edition	Sheet 1 / 1



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

A vertical line is shown with two points labeled B and C. Point B is below point C. A triangle is drawn with its base on the line segment BC and its apex to the right of the line.

B

B

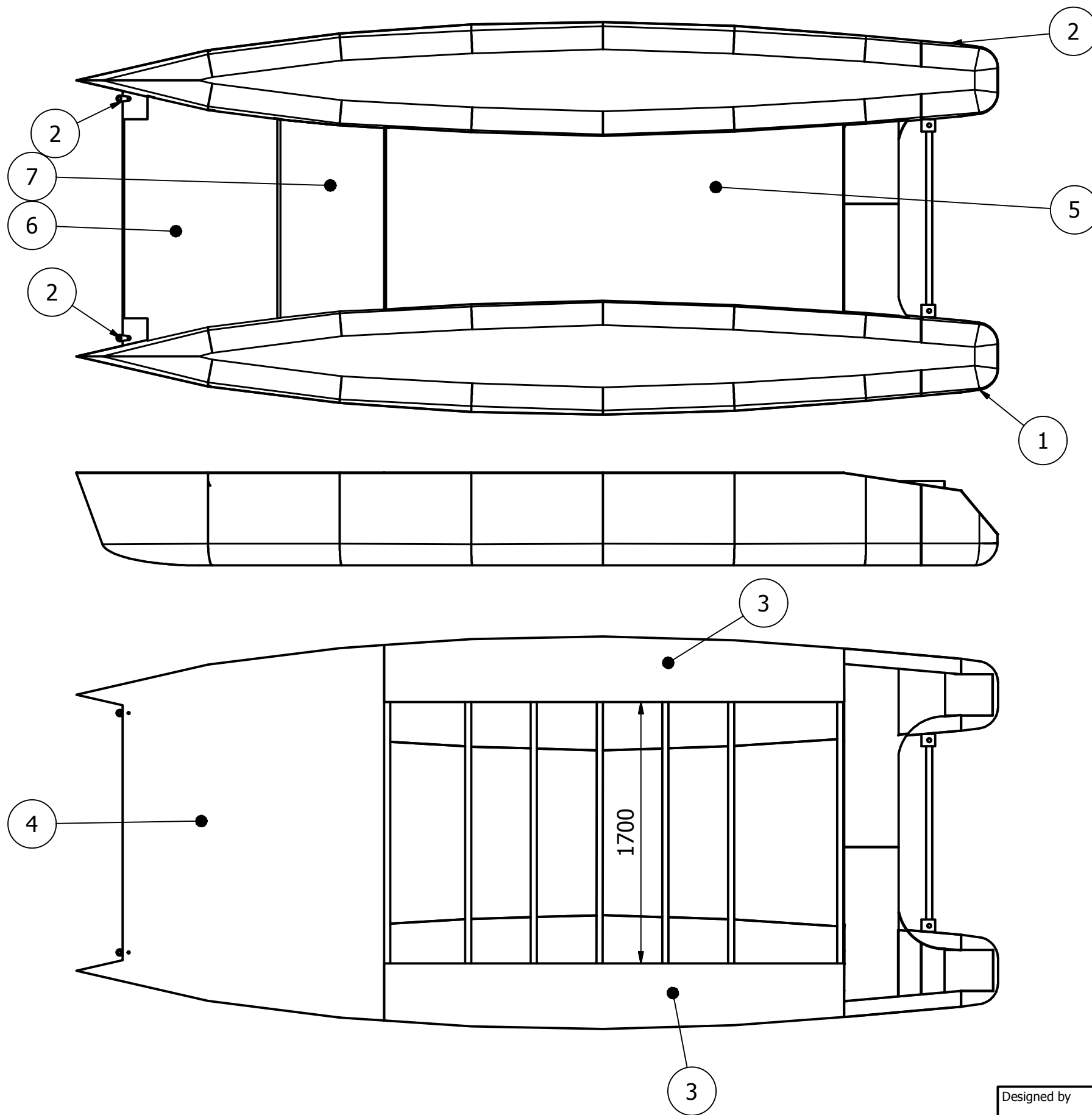
A

A

1

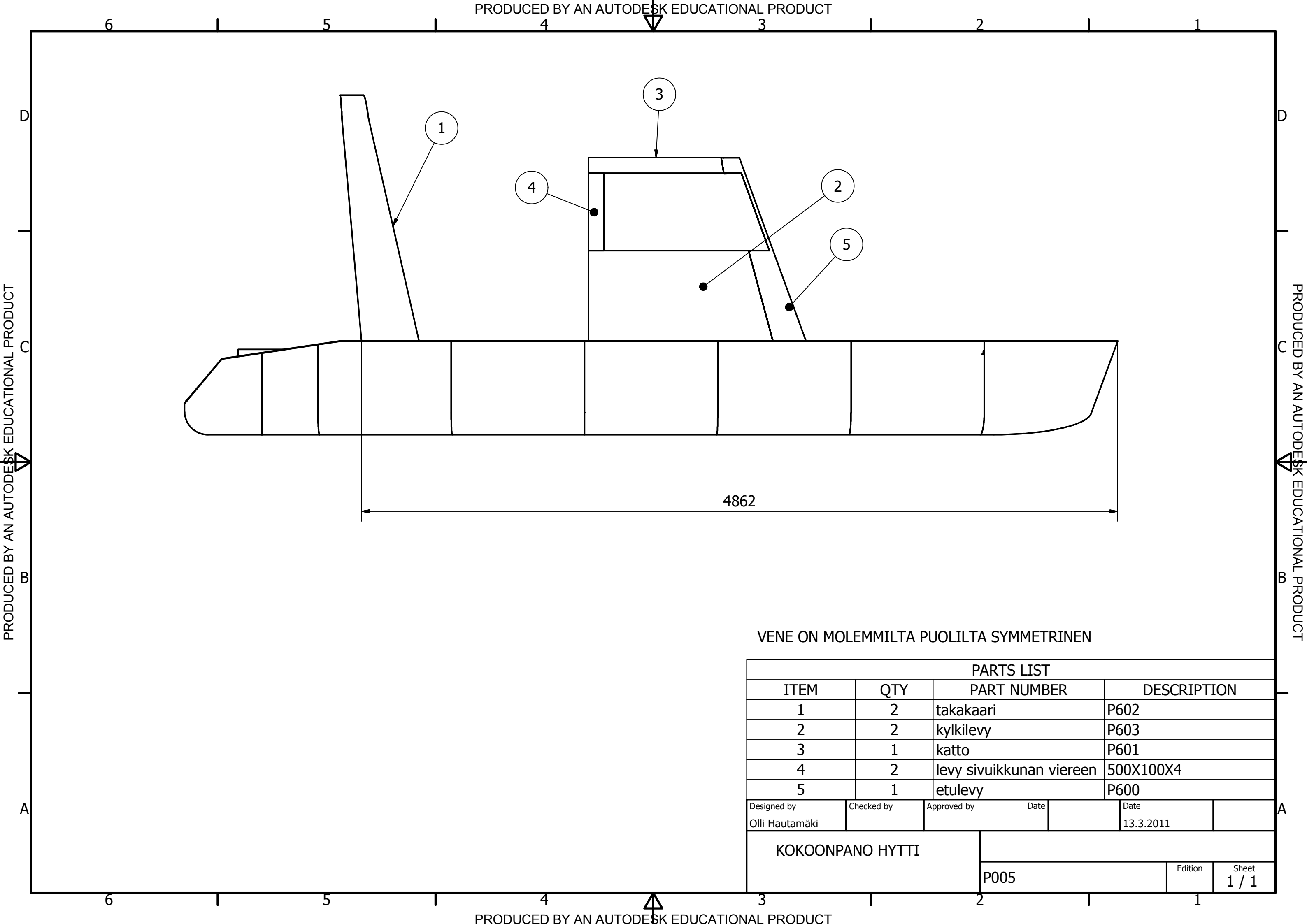
1

PARTS LIST						
ITEM		QTY	PART NUMBER		DESCRIPTION	
1		2	P001 JA P002		PONTTOONIN KOKOONPANO	
2		11	PALKKI		80X40X4 L=SOPIVA	
3		2	P401		MOOTTORIN KIINNITYSPALKIN KIINNITIN	
4		1	P400		MOOTTORIN KIINNITYSPALKKKI 80X40X4 RST	
Designed by Olli Hautamäki		Checked by	Approved by		Date	
					8.2.2011	
KOKOONPANO						
			P003			Edition



PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	P001 JA P002	PONTTOONIN KOKOONPANO
2	2	P402	KIINNITYSKOUKKU
3	2	P320	PONTTOONIN SIVUKANSI
4	1	P320	KANSI
5	1	P300	POJHALEVY TAKIMMAINEN
6	1	P302	POHJALEVY ETEEN
7	1	P301	POHJALEVY KESKIMMÄINEN

Designed by Olli Hautamäki	Checked by	Approved by	Date	Date 9.2.2011	
KOKOONPANO			P004		
			Edition		Sheet 1 / 1



ENE ON MOLEMMILTA PUOLILTA SYMMETRINEN

PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	2	takakaari	P602
2	2	kylkilevy	P603
3	1	katto	P601
4	2	levy sivuikkunan viereen	500X100X4
5	1	etulevy	P600
Designed by Olli Hautamäki		Checked by	Approved by
			Date 13.3.2011
KOKOONPANO HYTTI			
		P005	Edition Sheet 1 / 1